

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-066138
 (43)Date of publication of application : 10.03.1995

(51)Int. Cl.

H01L 21/205
 C23C 16/44
 C23C 16/50
 C30B 29/06

(21)Application number : 05-214009
 (22)Date of filing : 30.08.1993

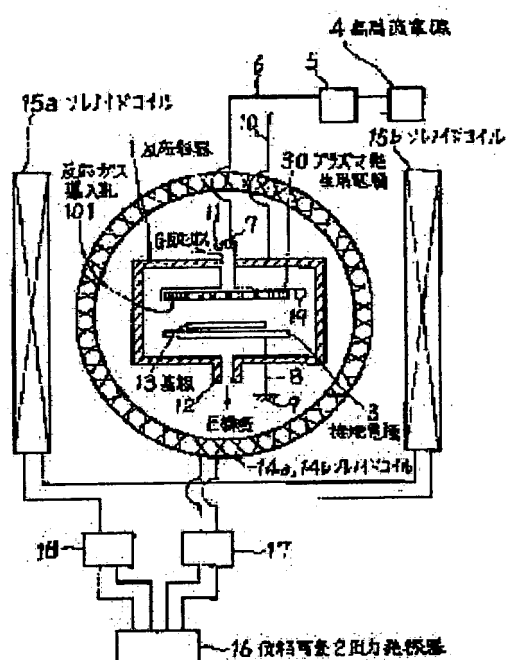
(71)Applicant : MITSUBISHI HEAVY IND LTD
 (72)Inventor : KOJO DAIICHI
 MURATA MASAYOSHI
 UDA KAZUTAKA
 TAKEUCHI YOSHIKI

(54) PLASMA CVD SYSTEM

(57)Abstract:

PURPOSE: To allow deposition of a uniform thin film on a substrate from the central part to the peripheral part thereof.

CONSTITUTION: Reaction gas is introduced between an electrode 30 for generating plasma and a ground electrode 3 disposed in a reaction chamber 1. Power is fed from a high frequency power supply 4 to the electrodes 3, 30 in order to generate glow discharge plasma therebetween. On the other hand, solenoid coils 14a, 14b, 15a, 15b, disposed perpendicularly each other, are fed with field generating power from respective AC power supplies 16 and a force for fluctuating the plasma is generated by a rotating field in a plane extending in parallel with a substrate 13. Since the plasma generating electrode 30 is provided with plasma introduction holes 101 having diameters increasing gradually toward the periphery, the reaction gas is distributed uniformly from the central part to the peripheral part thus forming a thin film uniformly on the substrate in conjunction with the force of rotating field.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]
 [Date of sending the examiner's decision of rejection]
 [Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]
 [Date of final disposal for application]
 [Patent number]
 [Date of registration]
 [Number of appeal against examiner's decision of rejection]
 [Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]
 [Date of extinction of right]

Copyright (C) : 1998, 2003 Japan Patent Office

BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-66138

(43) 公開日 平成7年(1995)3月10日

| (51) Int.Cl. ⁶ | 識別記号 | 庁内整理番号 | P I | 技術表示箇所 |
|---------------------------|---------|---------|-----|--------|
| H 0 1 L 21/205 | | | | |
| C 2 3 C 16/44 | | D | | |
| 16/50 | | | | |
| C 3 0 B 29/06 | 5 0 4 Z | 8216-4G | | |

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 8 頁)

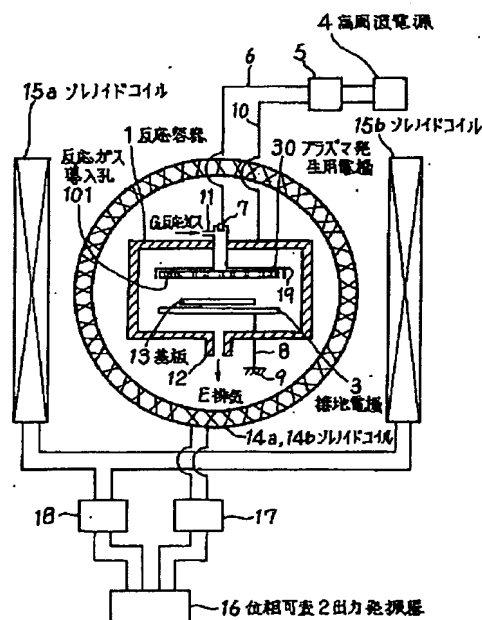
| | | | |
|-----------|-----------------|----------|---|
| (21) 出願番号 | 特願平5-214009 | (71) 出願人 | 000006208 三菱重工業株式会社 東京都千代田区丸の内二丁目5番1号 |
| (22) 出願日 | 平成5年(1993)8月30日 | (72) 発明者 | 古城 大一 長崎市深堀町5丁目717番1号 三菱重工業株式会社長崎研究所内 |
| | | (72) 発明者 | 村田 正義 長崎市深堀町5丁目717番1号 三菱重工業株式会社長崎研究所内 |
| | | (72) 発明者 | 宇田 和孝 長崎市深堀町5丁目717番1号 三菱重工業株式会社長崎研究所内 |
| | | (74) 代理人 | 弁理士 坂間 暁 (外1名) 最終頁に続く |

(54) 【発明の名称】 プラズマCVD装置

(57) 【要約】

【目的】 アモルファスシリコン太陽電池、薄膜トランジスタ、光センサ、半導体保護膜等の薄膜製造用のプラズマCVD装置に関するもので、基板の中央部から周辺部にわたって膜厚の均一な薄膜を製造できるようにする。

【構成】 反応容器1内にはプラズマ発生用電極30、接地電極3が配置され反応ガスが両電極間に導入される。電極3、30間には高周波電源4よりグロー放電プラズマ発生用の電力が供給され両電極3、30間にはプラズマが発生する。一方、互いに直交配置されたソレノイドコイル14a、14b、15a、15bには各々交流電源16より磁界発生用電力が供給され、これにより基板13と平行な面に回転磁界によりプラズマを揺り動かす力を発生させる。プラズマ発生用電極30にはプラズマ導入孔101が中央部は小さく、周辺部に近づくに従って大きな直径となるように設けてあるので、反応ガスが中央部から周辺部に均一に分布し、前記の回転磁界による力と共に基板に均一な厚さの薄膜を成形する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 反応容器と、この反応容器に反応ガスを導入して排出する手段と、前記反応容器内に収容された接地電極及び前記反応ガスの導入孔を有するプラズマ発生用電極と、このプラズマ発生用電極にグロー放電用電力を供給する電源と、前記両電極間の電界に直交し、かつ互いに軸芯が直交する方向になるように反応容器を挟んで設置された2対のソレノイドコイルと、これらのソレノイドコイルに磁界発生用電力を供給する交流電源とを具備してなり、前記両電極間の電界に直交するように支持された基板上に非晶質薄膜を形成するプラズマCVD装置において、前記プラズマ発生用電極の反応ガス導入孔は周辺部ほど前記反応ガスの吐出量が多くなるように形成したことを特徴とするプラズマCVD装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明はアモルファスシリコン太陽電池、薄膜トランジスタ、光センサ、半導体保護膜など各種電子デバイスの製造に使用される大面積薄膜の製造に適したプラズマCVD装置に関する。

【0002】

【従来の技術】大面積アモルファスシリコン薄膜を製造するために、従来より用いられているプラズマCVD装置の構成を図9乃至図11を参照して説明する。反応容器1内には、グロー放電プラズマを発生させるためのプラズマ発生用電極2と接地電極3が互いに平行に配置されている。電極2には、高周波電源4から例えば13.56MHzの周波数の電力がインピーダンスマッチング回路5、第1の高周波ケーブル6及び電力導入端子7を介して供給される。接地電極3は、反応容器1及び第2高周波ケーブル8を介してアース9に接続されている。また、上記インピーダンスマッチング回路5の接地側端子は第3の高周波ケーブル10により、反応容器1に接続されている。反応容器1内には、図示しないポンベ及び流量計から反応ガス導入管11を通して、例えば、モノシランGがアースシールド19とプラズマ発生用電極2との間隙に導入される。アースシールド19とプラズマ発生用電極2間の反応ガスは、プラズマ発生用電極2の多数の反応ガス導入孔20を通して、接地電極3とプラズマ発生用電極2との間に供給される。反応容器1内の反応ガスは排気管12を通して図示しないポンプにより符号Eで示すように排気される。

【0003】プラズマ発生用電極2の反応ガス導入孔20の直径及びアースシールド19とプラズマ発生用電極2との間隙は、その間隙内にプラズマが発生するのを抑制するため、電子の平均自由行程より短く設定している。また、図10の平面図及び図11の側面図に示すようにプラズマ発生用電極2の隣接する反応ガス導入孔20の間隔は全て等しく、正六角形状に配置されている。

【0004】製品となる基板13は、プラズマ発生用電

極2と接地電極3とに平行に、すなわちプラズマ発生用電極2及び接地電極3により発生する電界に直交するように設置される。

【0005】反応容器1の周囲には、第1～第4の厚みのある有限長のソレノイドコイル14a、14b、15a、15bが配置されている。第1及び第2のソレノイドコイル14a、14bが対をなし、第3及び第4のソレノイドコイル15a、15bも対をなし、図6に示すようにそれぞれの軸芯が互いに直交する方向すなわちX軸方向及びY軸方向に合致するようにそれぞれ平行に配置される。第1及び第2のソレノイドコイル14a、14bには、位相可変2出力発振器16の一方の出力端子から、第1の電力増幅器17を介して正弦波の電力が供給される。第3及び第4のソレノイドコイル15a、15bにも位相可変2出力発振器16の他方の出力端子から、第2の電力増幅器18を介して同様に正弦波の電力が供給される。上記位相可変2出力発振器16は、2つの正弦波信号をそれぞれの相対位相を任意に設定して出力できるもので、これらの信号による第1及び第2のソレノイドコイル14a、14b並びに第3及び第4のソレノイドコイル15a、15bが発生する磁界は、それぞれ軸芯方向にはほぼ様な強さの磁界分布になっている。

【0006】上記装置を用い、以下のようにして薄膜を製造する。真空ポンプ（図示省略）を駆動して反応容器1内を排気する。反応ガス導入管11を通して、例えばモノシランと水素の混合ガスGを供給し、反応容器1内の圧力を0.05～0.5 Torrに保ち、高周波電源4からプラズマ発生用電極2にグロー放電用電力を印加すると両電極2、3間にグロー放電プラズマが発生する。

【0007】一方、位相可変2出力発振器16からの2出力を、第1及び第2のソレノイドコイル14a、14b並びに第3及び第4のソレノイドコイル15a、15bに例えば、位相を90°ずらした周波数の正弦波電力をそれぞれ印加する。このとき、第1及び第2のソレノイドコイル14a、14bによる磁界B₁と、第3及び第4のソレノイドコイル15a、15bによる磁界B₂との合成磁界Bが発生する。この合成磁界Bはプラズマ発生用電極2及び接地電極3の間の電界に対して直交する方向に一定の角速度で回転しながら、上記グロー放電プラズマに印加される。この結果グロー放電プラズマは、一定の角速度で回転する力（E・Bドリフト）を受ける。その結果、プラズマ発生用電極2と接地電極3の間のグロー放電プラズマは、基板13と平行な面内を全方向に揺り動かされる。なお、合成磁界Bの強さは20～100 Gauss程度で良い。反応ガス導入管11から供給された反応ガスは、プラズマ発生用電極2と接地電極3との間に生じるグロー放電プラズマによって分解される。

【0008】水素イオンなどの荷電粒子は、プラズマ発

生用電極2と接地電極3との間の電界Eによるクーロン力 $F_1 = qE$ と、ローレンツ力 $F_2 = q(V \cdot B)$ 、
(ここで、Vは荷電粒子の速度)とによって、いわゆる
E・Bドリフト運動を起こす。荷電粒子は、E・Bドリ
フトにより初速を与えられた状態でプラズマ発生用電極
2と接地電極3とに直交する方向に駆動される。したが
って、水素イオンなどの荷電粒子は基板13を直撃する
ことは少ない。

【0009】電気的に中性であるラジカルSiなどは、
磁界Bの影響を受けず、上記荷電粒子群の軌道からそれ
て基板13に至り、その基板表面に非晶質薄膜を形成す
る。ラジカルSiは、ラーマ軌道を飛んでいく荷電粒子
と衝突するため、第1〜第4のソレノイドコイル14
a、14b、15a、15bから発生する合成磁界Bを
プラズマ発生用電極2と接地電極3間の基板13と平行
な面内を回転させることにより、基板13表面に非晶質
薄膜を均一に形成することが可能となる。なお、基板1
3の面積は、反応容器1内の許容する限り大きくしても
問題がないため、大面積な基板13の表面に均一な非晶
質薄膜を形成することが可能となる。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】上記の従来の装置で
は、プラズマ発生用電極2の反応ガス導入孔20から電
極間に均一に反応ガスを導入し、かつ、グロー放電プラ
ズマを発生させる電界と直交する方向に発生させた磁界
を、基板13と平面な面内において回転させることによ
り、大面積・均一成膜を容易に行える。しかし、次のよ
うな問題がある。

【0011】(1) 反応ガスはプラズマ発生用電極2の
反応ガス導入孔20から電極間に導入されているが、電
極周辺部の反応ガスの分布は、電極中央部の反応ガスの
分布と比較して不均一であり、かつ、電極周辺部の反応
ガス密度は、電極中央部の反応ガス密度より低い。この
ため、グロー放電プラズマを発生させる電界に対して直
交する方向の磁界を基板13と平行な面内において回転
させても、大面積のアモルファスシリコン薄膜を製造す
る際、基板周辺部のアモルファスシリコン薄膜の膜厚
は、基板中央部のアモルファスシリコン薄膜の膜厚と比
較して薄くなる。よって、大面積なアモルファスシリコ
ン薄膜の膜厚分布を±10%以下に維持し、かつ、成膜
速度を2オングストローム/秒以上に保つことは、非常
に困難であった。

【0012】(2) 上記(1)より大面積のアモルファ
スシリコン薄膜を製造する場合、基板周辺部は膜厚が薄
くなるため、アモルファスシリコン太陽電池や薄膜トラ
ンジスタなどに使用することができない。このため必要
以上に大きい基板及び反応容器を使用しなければなら
ず、アモルファスシリコン太陽電池や薄膜トランジスタ
などのコスト高の要因の1つとなっている。

【0013】

【課題を解決するための手段】本発明は前述の課題を解
決するために、プラズマCVD装置のプラズマ発生用電
極に設けられている反応ガス導入孔を、例えば電極の中
央部から周辺部になるにつれて孔の直径を大きくする、
等の方法で、周辺部ほど反応ガスの吐出量が多くなるよ
うに形成せしめて従来から問題であった中央部と周辺部
での反応ガス分布、密度の不均一性をなくしたもので、
この結果、基板表面に成膜される薄膜は基板全体におい
て均一な膜厚分布が得られるものである。

【0014】即ち、本発明は、反応容器と、この反応容
器に反応ガスを導入して排出する手段と、前記反応容器
内に収容された接地電極及び前記反応ガスの導入孔を有
するプラズマ発生用電極と、このプラズマ発生用電極に
グロー放電用電力を供給する電源と前記両電極間の電界
に直交し、かつ互いに軸芯が直交する方向になるように
反応容器を挟んで設置された2対のソレノイドコイル
と、これらのソレノイドコイルに磁界発生用電力を供給
する交流電源とを具備してなり、前記両電極間の電界に
直交するように支持された基板上に非晶質薄膜を形成す
るプラズマCVD装置において、前記プラズマ発生用電
極の反応ガス導入孔は周辺部ほど前記反応ガスの吐出量
が多くなるように形成したことを特徴とするプラズマC
VD装置を提供するものである。

【0015】

【作用】本発明は前述のような手段としたので、プラズ
マCVD装置の反応容器内に反応ガスが導入され、プラ
ズマ発生用電極にグロー放電用電力が加わり接地電極と
の間でグロー放電プラズマが発生する。ここで、2対の
ソレノイドコイルに交流電源より電力が供給されると、
発生した磁界が両電極間の電界に対して直交する方向に
一定の角速度で回転しながら発生したグロー放電プラズ
マに印加され、その結果、プラズマは両電極と平行な
面、即ち、基板と平行な面内を全方向に揺り動かされ
る。一方、反応ガスは、プラズマ発生用電極に設けられ
た反応ガス導入孔が中央部から周辺部に近づくにつれて
吐出量が多くなるように形成されているので密度の少な
い周辺部に多く分布するようになり、電極間に効率良く
かつ、均一分布になるように導入することができる。し
たがって、電極間のプラズマ密度は、2対のソレノイド
コイルから発生する合成磁界の回転力による平均化より
も更に時間的・空間的に平均化される。この結果、基板
表面に成膜された薄膜は、基板全体において均一な膜厚
分布を持つようになり、大面積の非晶質薄膜の製造に適
するものである。

【0016】

【実施例】以下、本発明を図面に示す実施例に基づいて
具体的に説明する。図1は本発明の一実施例に係るプラ
ズマCVD装置の構成を示す断面図、図2は図1の実施
例でのプラズマ発生用電極の平面図、図3はその側面図
である。本発明の特徴となる部分は符号30のプラズマ

発生用電極とこの電極に設けられた符号101の反応ガス導入孔の部分であり、その他の構成は、図9に示す従来のCVD装置と同じであるので同一の符号を引用して説明する。

【0017】反応容器1内には、グロー放電プラズマを発生させるための電極30と接地電極3が互いに平行に配置されている。このプラズマ発生用電極30は、図2の平面図、図3の側面図に示すように、多数の反応ガス導入孔101を有しており、隣接する反応ガス導入孔101は一定間隔で配置されているため、図4の反応ガス導入孔配置図に示すように1つの反応ガス導入孔101を中心とすると、他の反応ガス導入孔101は符号40で示す正六角形状に配置される。また、反応ガス導入孔101は、プラズマ発生用電極30の中央部から周辺部に近づくにつれて、反応ガス導入孔101の直径を徐々に大きくしている。

【0018】反応ガス導入孔101の直径は、0.05～0.5 Torrの圧力範囲においての電子の平均自由行程より短くなるように設定している。具体的には直径は3mm以下が好ましい。その理由は、直径3mmを超えると、0.05～0.5 Torrの圧力下での電子の平均自由行程よりも長くなるため反応ガス導入孔101内にプラズマが発生し、上記電極間のプラズマ密度の低下及び分布の不均一性による基板上に成膜される薄膜の成膜速度の低下と膜厚分布の不均一を引き起こす。

【0019】図5はプラズマ発生用電極30近辺の詳細な側面図で、直径の異なる多数の反応ガス導入孔101を有するプラズマ発生用電極30全体はアースシールド19で覆われている。アースシールド19は、反応容器1及び第2高周波ケーブル8を介してアース9に接続されている。アースシールド19とプラズマ発生用電極30との間隙は、その間隙内にプラズマが発生するのを抑制するため、プラズマ導入孔101の直径と同様に電子の平均自由行程よりも短くした。アースシールド19とプラズマ発生用電極30との間隙は、不導電性材質のOリング21を数個用いて超高真空中にシールされている。プラズマ発生用電極30には、高周波電源4から例えば好ましい周波数として13.56MHzの周波数の電力がインピーダンス整合器5及び第1の高周波ケーブル6を介して供給される。

【0020】なお、プラズマ発生用電極30は本例では円形であるが、その形状及びこれに付随するアースシールドは円形でなくても角形でも良く、プラズマ導入孔101が周辺部に均一に配置されるように配慮すれば円形に限定されるものではない。

【0021】反応ガスGは、図示しないポンプ及び流量計から反応ガス導入管11を通して例えば、モノシランがアースシールド19とプラズマ発生用電極30との間隙に導入される。アースシールド19とプラズマ発生用電極30間の反応ガスは、プラズマ発生用電極30の直

径の異なる多数の反応ガス導入孔101を通して、接地電極3とプラズマ発生用電極30の間に供給される。図1に戻って、反応容器1内の反応ガスは排気管12を通して、図示しない真空ポンプにより符号Eで図示のように排気される。基板13は反応ガス導入孔101を有するプラズマ発生用電極30と平行な接地電極3の上に、図示しない基板ホルダに支持される。

【0022】反応容器1の周囲には、第1～第4の厚みのある有限長のソレノイドコイル14a、14b及び15a、15bが配置されている。図6は電極配置の平面図であり、第1及び第2のソレノイドコイル14a、14bが対をなし、又、第3及び第4のソレノイドコイル15a、15bも同時に対をなし、それぞれの軸芯が互いに直交する方向すなわちX軸方向及びY軸方向に合致するように配置される。

【0023】第1及び第2のソレノイドコイル14a、14bには、位相可変2出力発振器16の一方の出力端子から、第1の電力増幅器17を介して正弦波形の電力が供給される。第3及び第4のソレノイドコイル15a、15bにも同様に位相可変2出力発振器16の他方の出力端子から、第2の電力増幅器18を介して正弦波形の電力が供給される。

【0024】上記の位相可変2出力発振器16は、2つの正弦波信号を、それぞれの相対位相を任意に設定して出力するもので、第1及び第2のソレノイドコイル14a、14bが発生する磁界は、軸芯方向(X軸方向)にはほぼ一様な強度分布になっており、第3及び第4のソレノイドコイル15a、15bが発生する磁界も同様に軸芯方向(Y軸方向)にはほぼ一様な強度分布になっている。

【0025】次に、上記装置を用いてアモルファスシリコン薄膜を製造する場合を例にしてその作用を説明する。反応容器1内を図示省略の真空ポンプを駆動して十分に排気(例えば、 1×10^{-7} Torr)した後、反応ガス導入管11を通して例えば、モノシランを50～100 cc/分の流量で供給し反応容器1内の圧力を0.05～0.5 Torrに保つ。その後、高周波電源4からインピーダンス整合器5及び電流導入端子7などを介して、プラズマ発生用電極30に電力を供給すると、両電極間にモノシランのグロー放電プラズマが発生する。

【0026】一方、位相可変2出力発振器16からの2出力を、第1及び第2の電力増幅器17、18を介して、それぞれ第1及び第2のソレノイドコイル14a、14b並びに第3及び第4のソレノイドコイル15a、15bに例えば、位相を90°ずらした周波数10Hzの正弦波電力を印加する。このとき第1及び第2ソレノイドコイル14a、14bによる磁界と、第3及び第4のソレノイドコイル15a、15bによる磁界との合成磁界が発生する。この合成磁界はプラズマ放電用電極30及び接地電極3との間の電界に対して直交方向に一定

の角速度 20π (ラジアン/秒) で回転しながら、上記グロー放電プラズマに印加される。この結果、グロー放電プラズマは、一定の角速度で回転する力 ($E \cdot B$ ドリフト) を受ける。したがって、プラズマ放電用電極30と接地電極3との間のプラズマは、基板13と平行な面内を全方向に揺り動かされる。なお、この場合の合成磁界の強さは20~100ガウス程度で良い。

【0027】アモルファスシリコン薄膜の膜厚分布及び成膜速度は、電極の面積、電極間隔、反応ガスの流量、圧力、電極間に供給される電力、及びグロー放電プラズマに印加される合成磁界強度などに依存する。そこで、以下に示す条件でアモルファスシリコン薄膜を作製した。

【0028】電極として直径800mmの円形電極を用い、基板13として500mm×500mm#7059無アルカリガラスを用いた。反応ガスとして、100%モノシランガスを50cc/分の流量で供給し、反応容器1内の圧力として0.1Torrに設定した。プラズマ放電用電極30に高周波電源4より50Wの高周波電力を印加した。ソレノイドコイル14a、14b、15a、15bにより印加される合成磁界の強さを0、20、40、60、80、100ガウスに設定した。

【0029】図7、図8はこのような条件で薄膜を製造したデータを基に従来の方法で得たものと比較したグラフである。図7は基板中心からの距離と膜厚分布との関係を合成磁界を100ガウスに設定したもので示しており、(a)図の白丸で記入した本発明による分布50が(b)図の黒丸で表示した従来の分布60よりも膜厚分布が広い距離(面積)にわたって様な分布となっているのがわかる。

【0030】図8は磁界強度と得られたアモルファスシリコン薄膜の成膜速度との関係を示したもので、白丸で表示した本発明の速度51が黒丸で示す従来の速度61で得られたものよりも成膜速度が向上することがわかる。又、磁界強度が大きくなるに従って成膜速度を従来より一段と向上する効果大きい。

【0031】なお、上記の実施例では、プラズマ発生用電極30の反応ガス導入孔101を中心から周辺部に離れるに従って徐々に直径を大きくした配置として説明したが、孔の直径を従来と同じく一定として中心から周辺部に離れるに従って孔のピッチを密にして配置するとようにするかあるいは吐出量を調整する手段を設けて電極周辺部になるに従ってガスの吐出量が多くなるようにしても上記の実施例と同じ効果が得られるものである。

【0032】

【発明の効果】以上、具体的に説明したように本発明の

プラズマCVD装置によれば、プラズマ発生用電極の反応ガス導入孔を電極の周辺部になるほど反応ガスの吐出量が多くなるように形成したので、電極間に効率良く反応ガスを導入し、そのため、反応ガスの分布は中央部と周辺部で均一にすることができる。したがって、グロー放電プラズマにより基板に薄膜を製造する際、大面積でも基板中央部と周辺部で均一な膜厚の非晶質薄膜を高速で成膜することができる。この効果により、大面積を有するアモルファスシリコン太陽電池、液晶ディスプレイ用薄膜トランジスタ及び光電子デバイスなどの製造分野での工業的価値が著しく大きくなったものである。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例に掛かるプラズマCVD装置の構成を示す断面図である。

【図2】図1における実施例でのプラズマ発生用電極の平面図である。

【図3】図1のプラズマ発生用電極の側面図である。

【図4】図2におけるプラズマ発生用電極の反応ガス導入孔の位置関係を示す配置図である。

【図5】図1におけるプラズマ発生用電極近辺の詳細図である。

【図6】プラズマCVD装置における一般的な反応容器とソレノイドコイルの配置図である。

【図7】本発明の効果を示す膜厚分布のグラフで(a)が本発明によるもの、(b)が従来の方法による分布である。

【図8】本発明の効果を示す磁界強度と成膜速度の関係を示すグラフである。

【図9】従来のプラズマCVD装置の構成を示す断面図である。

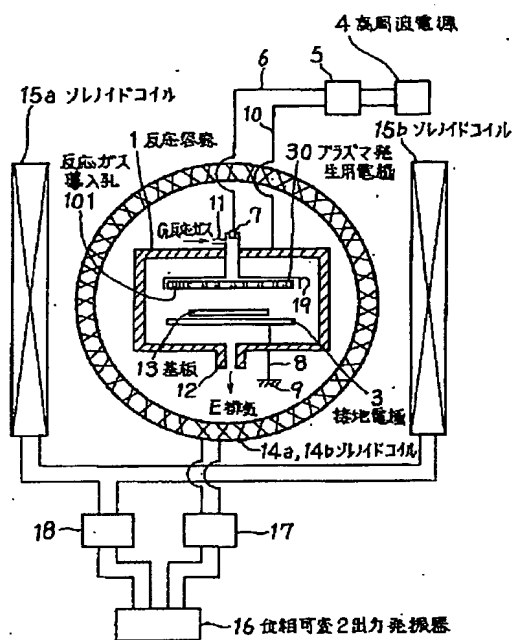
【図10】図9における従来のプラズマ発生用電極の平面図である。

【図11】図10における従来のプラズマ発生用電極の側面図である。

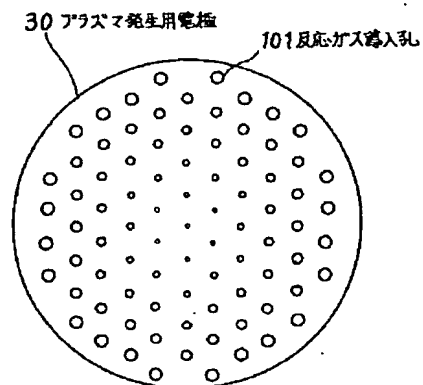
【符号の説明】

| | |
|------|------------|
| 1 | 反応容器 |
| 3 | 接地電極 |
| 4 | 高周波電源 |
| 13 | 基板 |
| 14 a | ソレノイドコイル |
| 14 b | ソレノイドコイル |
| 15 a | ソレノイドコイル |
| 15 b | ソレノイドコイル |
| 16 | 位相可変2出力発振器 |
| 30 | プラズマ発生用電極 |
| 101 | 反応ガス導入孔 |

【圖 1】



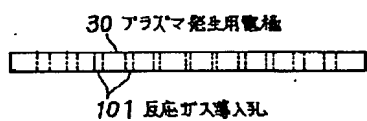
【圖2】



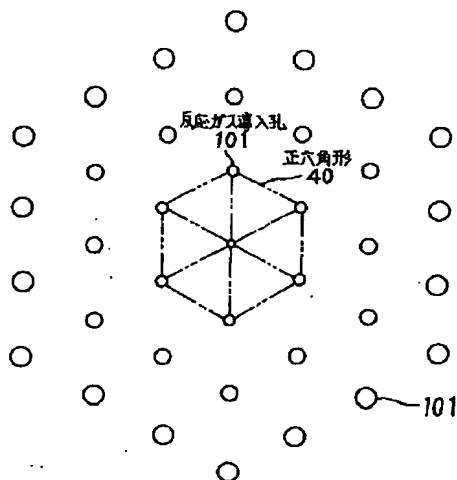
【图 11】



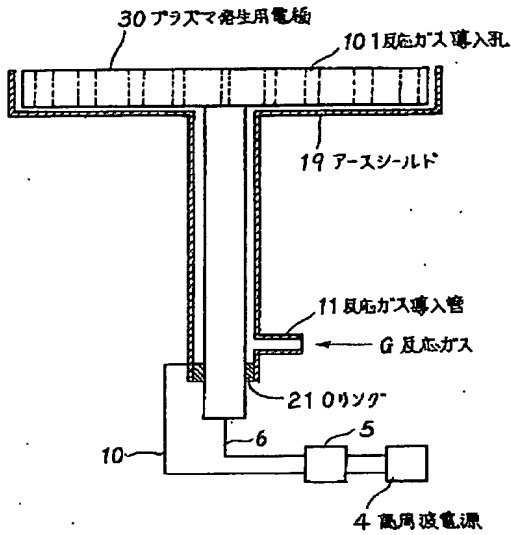
【図 3】



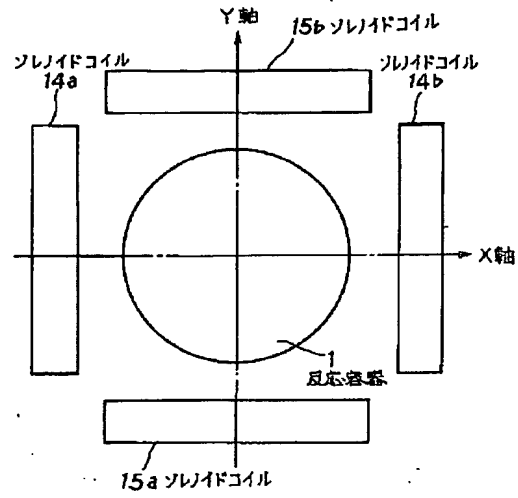
【図4】



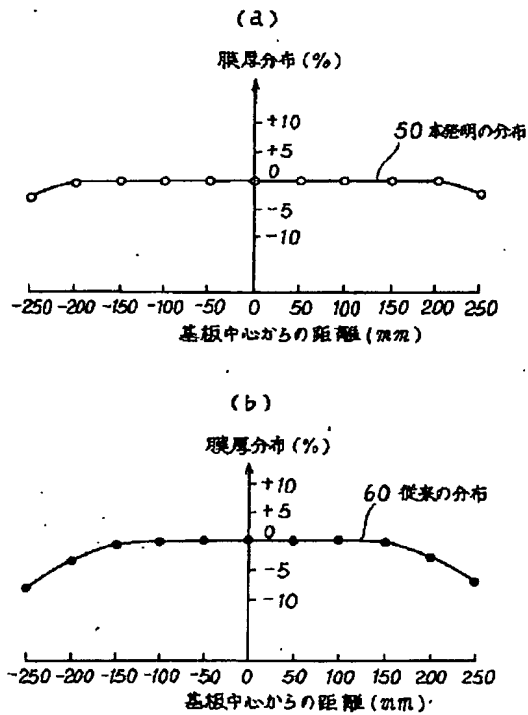
【図5】



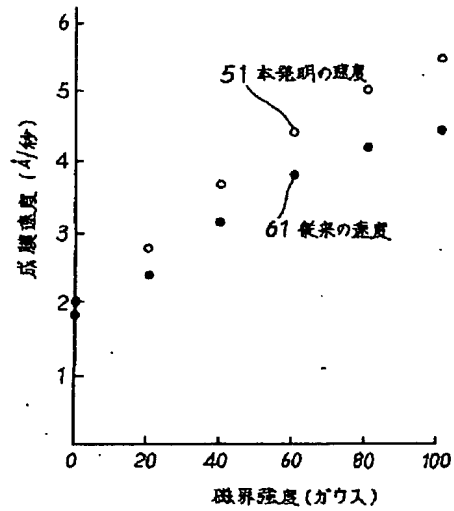
【図6】



【図7】



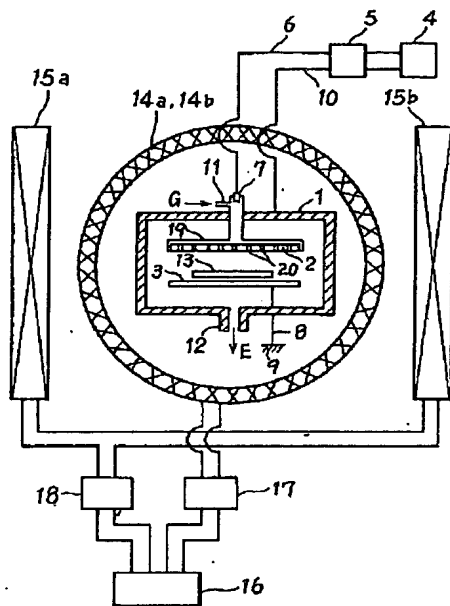
【図8】



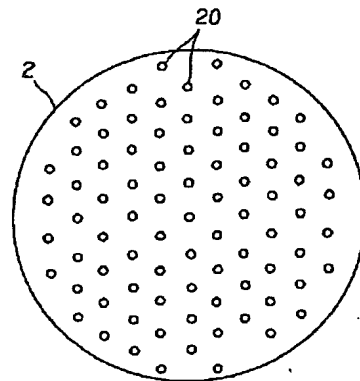
(8)

特開平7-66138

【図9】



【図10】



フロントページの続き

(72)発明者 竹内 良昭
長崎市深堀町5丁目717番1号 三菱重工
業株式会社長崎研究所内